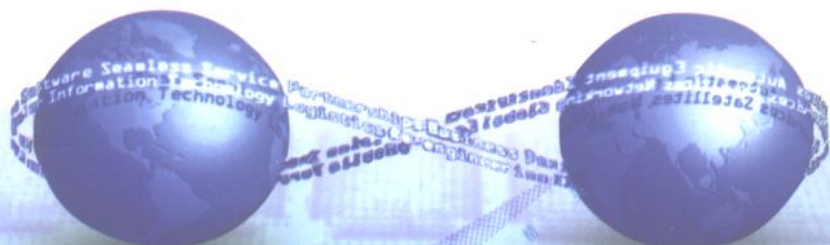


跨
世
纪
信
息
技
术
丛
书



马 严等 编著

计算机互联网技术 及其演进

北京邮电大学出版社

TP311.72
1999

《跨世纪信息技术丛书》

计算机互联网技术 及其演进

马 严 等编著

北京邮电大学出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

计算机互联网技术及其演进/马严等编著. - 北京:北京邮电大学出版社,1999.11

(跨世纪信息技术丛书)

ISBN 7-5635-0399-4

I.计… II.马… III.计算机网络-基本知识 IV.TP393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 64405 号

ISBN 7-5635-0399-4

计算机互联网技术及其演进

编 著 马 严 等

责任编辑 王守平

*

北京邮电大学出版社出版发行

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

北京雅艺彩印有限公司印刷

*

850×1168 毫米 1/32 印张 7 字数 178 千字

1999 年 11 月第 1 版 1999 年 11 月第 1 次印刷

印数: 1—10 000 册

ISBN 7-5635-0399-4/TN·183

定价: 12.00 元

• 跨世纪信息技术丛书 •

编 委 会

主 任: 叶培大

副主任: 林金桐 钟义信

编 委: (按姓氏笔划排序)

马 严 乐光新 叶 敏

刘元安 吕廷杰 朱其亮

纪越峰 杨义先 杨放春

孟洛明 宋俊德 郭 军

赵尔沅 顾畹仪 梁雄健

总 序

信息化浪潮如日中天,它描绘出现代化之旅的时代画卷。信息技术如同一架强劲的发动机,不管人们对它的应用持何种态度,我们都不得不跟上它的步伐。信息技术在其应用中所赋有的强渗透性和高附加值,而成为信息时代的核心技术和中坚力量,它影响和决定着现代技术总体的走向。

网络的平民化和商业化为五十年代以来的新信息革命提供了一次转机,这一转机就是八十年代之后,网络逐步取代电脑成为信息社会的技术核心,亦即电脑成为网络的终端,而并非网络作为电脑的外围。这一革命性的变化,同时演绎出现代通信的时代意义:通信不仅仅作为信息传递的手段,它还能在信息存储和转换、信息处理和收发等方面扩展着自身的功能。现代通信向着信息业全面延伸,现代通信的内涵就是信息网络,就是国家或国际的信息基础结构(俗称“信息高速公路”)的技术平台。从这种意义上看,现代通信的技术,正成为信息技术体系中的主导和基质。

北京邮电大学作为国内通信领域著名大学,聚集着一批学识卓越的中青年技术专家,他们作为信息技术某一领域的领衔人物,始终站在信息技术研发活动中的前沿地带。他们把自己在国外或国内获得的最新知识和丰硕成果,把自己对信息技术的深刻理解,连同他们的智慧和热情,凝聚在这套跨世纪信息技术丛书之中,呈现给读者。

纵览这套丛书,这其中有执全光通信领域研究之牛耳的顾毓琇教授对波分多用(WDM)全光通信网作为光纤通信未来发展首选方案的据理力争;有国内外知名的信息安全权威杨义先教授对

网络与信息安全技术前沿及趋势的恢宏论述;有网管及通信软件专家孟洛明教授对现代网络管理技术的通览;有智能网领域成果斐然的杨放春教授对智能化现代通信网的诠释;有目前我国电子商务炙手可热的学者吕廷杰教授对我国实现电子商务软环境及社会影响等给予的引人注目的回答;有光纤通信专家纪越峰教授对综合业务接入技术和光波分复用系统的精辟论述;有 CERNET 专家马严教授对计算机互联网技术及其演进的展望;有刘元安和郭军两位年轻的博士生导师分别对未来移动通信和智能信息技术所作的前瞻性的描述。

我们认为这几位中青年学俊,从他们各自所在的重点研究项目和教学工作中抽出时间来写作这套丛书,其意义丝毫不亚于他们手头的一二个项目。这些年轻的博士生导师不仅仅是最新信息技术的生产者,而且是这些最新知识的整理者和传播者。他们点拨出热门技术中的技术轨道,直叙其来龙去脉,如数家珍,娓娓动听。他们为了整个文稿简捷、生动、明快而不厌其烦地几易其稿,这令我们既感动又宽慰。北京邮电大学出版社为这套丛书的出版倾注了大量的精力,我们谨此致以诚挚的谢意。是为序。

丛书编委会
一九九九年十月

前 言

从 90 年代中期起,全球范围内涌起了建设信息高速公路的热潮,工业发达国家纷纷建设适应信息时代的全国性乃至全球性的高速信息网络。

信息网络的建设与发展,对一个国家乃至全球的政治、经济、生活有重要影响,加快信息网络建设在世界信息化进程中具有非常重要的意义。信息化社会的一个重要特点是人们对计算机网络通信的能力提出了更多、更高的要求,不仅要实现语声的传输,还要实现文字、图像和实时视频信号的传送。为此,人们正在努力开发各种网络技术。光纤传输网络技术的发展,网络交换技术的发展,计算机技术的快速发展,TCP/IP 协议技术的发展,多媒体技术的发展以及其他相关网络应用技术的发展使人们看到了下一代高性能、多样化网络服务的前景。

作为跨世纪信息技术系列丛书的一部分,本书通过简要介绍数据通信的基本概念,引出计算机局域和广域网络的原理、组成、设计和管理等基本知识和有关技术,并介绍了基于 TCP/IP 协议的一些计算机网络领域的最新进展。

本书第 1 章介绍了数据通信中遇到的编码、同步、交换、纠错等一些基本概念。第 2 章不仅对目前得到广泛应用的 IPv4 协议及其 TCP 协议进行了描述,还对 IPv6 的主要特点进行了介绍。第 3,4 四章对局域和广域网技术的新进展进行了介绍。作为网络互联的基础,路由协议是极其重要的,第 5 章介绍了路由协议的工作原理和主要的路由协议。第 6 章介绍网络管理及其 SNMP 协议的工作原理。网络安全已经引起人们的普遍关注,第 7 章的内容对

网络的主要安全威胁及其对策进行了介绍。第 8,9 章对网络的应用、向多媒体方向的扩展及其在企业内的应用做了描述。最后一章介绍了当前网络技术在高速网络、服务质量保证等一些新技术方面的应用和发展。

当前计算机网络领域里集中了大量优秀的研究和工程技术人员,网络技术发展非常迅猛,希望读者能通过本书,理解基于 TCP/IP 技术的计算机网络基本工作原理,并对当前网络技术最新进展有所了解。

本书限于篇幅和作者水平的限制,不足之处不可免,希望读者不吝赐教。参加本书编写的还有:艾岩、仇国宏、贾树刚、张燕、韩江、付向阳、唐青松、刘团斌。

作 者

北京邮电大学 1999 年 9 月

目 录

1

数据通信基础

1.1 数据通信模型	1
1.2 数据通信技术基础	3
1.3 数据传输技术	4
1.4 数据交换	10
1.5 数据链路控制	14

2

TCP/IP v4 和 v6 协议

2.1 TCP/IP 协议	22
2.2 TCP/IP 分层模型	25
2.3 TCP/IP 协议系统简介	31
2.4 下一代 IP —— IPv6	46

3

局域网理论与技术

3.1 IEEE 802 参考模型	61
-------------------------	----

3.2	链路控制	63
3.3	以太网 802.3:CSMA/CD	65
3.4	快速以太网	67
3.5	千兆以太网	69
3.6	无线局域网	72
3.7	ATM 局域网	76

4

计算机广域网的构成与实现

4.1	X.25	85
4.2	帧中继	86
4.3	异步转移模式(ATM)	90
4.4	同步光纤网/同步光纤体系的分组传输 (Packet over SONET/SDH)	93

5

路由协议

5.1	路由选择技术	95
5.2	路由选择算法	98
5.3	互联网上的路由选择协议	105

6

网络管理

6.1	网络管理的功能和重要性	121
-----	-------------------	-----

6.2 网管协议	122
----------------	-----

7

网络安全

7.1 概 述	134
7.2 TCP/IP 协议安全和安全协议	135
7.3 安全协议介绍	140
7.4 主机安全	144
7.5 服务与应用系统的安全	150
7.6 防火墙介绍	156

8

Internet 与 Intranet

8.1 Internet	164
8.2 Internet 与 TCP/IP 协议族的关系	172
8.3 Internet 发展面临的问题及其对策	173
8.4 Intranet 与 Extranet	174

9

网络的主要应用

9.1 电子函件(EMAIL)	181
9.2 万维网(WWW)	187
9.3 文件传输	189
9.4 多媒体	192

10

高速网络及其他新技术的发展和应用

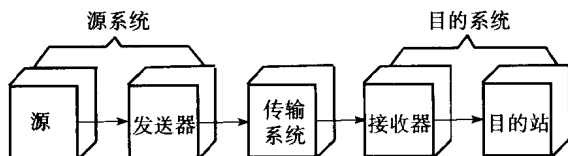
10.1	IP 光纤网(Optical Network)	198
10.2	高速 IP 网络的发展	200
10.3	高速网络交换节点(GigaPOP)	206
10.4	服务质量保证(QoS)	208
参考文献		211

1

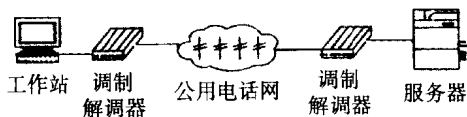
数据通信基础

1.1 数据通信模型

图 1.1 (a) 是一个简单的通信系统模型，数据通信系统的基本作用是完成两个实体间数据的交换。图 1.1 (b) 是通信系统的一个实例，工作站通过公用电话网可以和一个服务器通信，也可以在公用电话网之间交换声音信号。这个模型中的关键部分是：



(a) 通信模型



(b) 通信系统的一个实例

图 1.1 简单的通信模型

源：产生待发送数据的设备。

发送器：对信号进行转换或编码，以产生能在特定传输系统中传输的信号。

传输系统：连接源和目的地的传输介质或复杂网络。

接收器：从传输系统接收信号并将其转换成目的站设备能处理的信号。

目的站：从接收器输入数据，并能还原成原信号的设备。

数据通信系统要完成通信任务，必须考虑一系列的关键问题，它们包括：

(1) 传输系统利用率：指有效地使用传输设施。这些设施通常是由很多的通信设备共享的，因此要有效地分配传输介质的容量，如采用多路复用技术等；要协调传输服务的要求以免系统过载，如采用拥塞控制技术。

(2) 接口：为了通信，设备必须和传输系统接口，使产生的信号特性（如信号形式和信号强度）能适应传输系统的传输，以及在接收端能对数据做正确解释。

(3) 同步：传输系统和接收设备之间，发送器和接收器之间都需要同步，必须确定接收器何时信号开始，何时信号结束，以及每个信号的间距。

(4) 交换管理：在两个实体进行通信期间各种协调管理。

(5) 差错检测和校正：对通信过程中产生的差错检测和校正，并且还需要流量控制的功能，以防接收器来不及接收信号。

(6) 寻址和路由：决定信号到达目的地的路径。

(7) 恢复：不同于差错检测和校正，发生在因某种原因系统被中断后，需要对系统进行的恢复。

(8) 报文格式：两个对话实体进行协商，使报文格式一致。

(9) 安全：保证正确地、完整地、不被泄露地将数据从发送器传输至接收器。

(10) 网络管理：对复杂的通信系统进行配置、监控、故障处理等管理。

1.2 数据通信技术基础

在弄清数据通信基本概念之前，先介绍几个术语。

- (1) 数据：它可定义为有意义的实体，数据涉及到事物的形式。
- (2) 信息：对数据内容的表达和解释。
- (3) 信号：它是数据的电磁或电子编码。
- (4) 传输：指信号的数据传递。

1.2.1 模拟数据通信和数字数据通信

模拟（analog）数据和数字（digital）数据都可以用模拟信号和数字信号来表示，因而也可以用这些形式来传输。

数字数据可以用模拟信号表示，但此时要利用调制解调器（modem）予以转换。它是通过一个载波信号把一串二进制电压脉冲转换为模拟信号，所产生的信号占有以该载波频率为中心的某一频谱，大多数调制解调器都用语音频谱来表示数字数据，因此能使数字数据在普通的音频电话线上传输，在线路的另一端，调制解调器再把载波信号还原解调成原来的数字数据。

模拟数据也可以用数字信号表达。对于声音数据来说，完成这种功能的是编码解码器（CODEC），它直接接收声音的模拟信号，然后用二进制位流近似地表示这个信号。

1.2.2 数据通信中的几个主要指标

数据通信的任务是传输数据，希望速度快、出错率低、信息量大、可靠性高，并且既经济又便于使用维护。这些要求可体现在以下几个指标。

1. 数据传输速率

所谓数据传输速率是指每秒能传输的代码位数，单位为位/秒（记作 bit/s）。另一个信号传输速率的度量单位是波特，又称调制速率或波特速率，也就是信号经调制后的传输速率。所谓调制速率，系指信号调制过程中，调制状态的每秒转换次数。一般在二元制调相方式中，这两个值相等，所以都取同一值，习惯上二者是通用的。但在多元调相的情况下，应将它们区分开来。例如，四相调制解调器的调制速率为 1 200 波特，则数据的传输速率为 2 400 bit/s。只有二相调制时两者才相等。

2. 误码率

误码率是衡量数据通信系统在正常工作情况下传输可靠性的指标，它的定义是：二进制码元传输出错的概率。例如，若收到 10 000 个码元，经检查后发现有一个错了，则误码率为万分之一，用 10^{-4} 表示。

3. 信道容量

信道容量是表征一个信道的传输能力，对数字信号用数据速率作为指标，是以信道每秒钟能传送的比特为单位，通常记作比特/秒或位/秒，或者 bit/s (bit per second)。数据速率是受信道带宽限制的。

1.3 数据传输技术

1.3.1 多路复用

为了有效地利用传输系统，人们希望通过同时携带多个信号来高效地使用传输介质，这就是所谓的多路复用。数字多路复用器连接许多低速设备，并将各自所需的传输容量组合在一起后，在一条速度较高的线路上传输。常见的多路复用器有频分多路复

用、时分多路复用和统计时分多路复用三种。

1. 频分多路复用技术

频分多路复用(FDM)是把许多路信号按频率合并在一起,在一种传输介质上传输。例如,每一路电话需要 300 ~ 3 000 Hz 的带宽,仅占用一根铜线的可用总带宽的一部分。双绞线电缆的可用带宽是 100 000 Hz,即 100 kHz,因此,在同一根双绞线电缆上,采用频分复用技术可传输多达 24 部电话。

频分多路复用器把传输介质的可用带宽分割成一个个“频段”,以便使每个输入都分配到一个“频段”,传输介质容许传输的最大带宽构成一个信道,因此,每个“频段”就是一个子信道。

频分多路复用除了在一条传输线上同时传送多路电话外,还可用于广播电视、有线电视、数字数据传输等系统中。

在数字应用中,FDM 系统一般来说都是相同的,当 FDM 系统的输入装置是数字式时,需要用调制解调器将数字信号变换成模拟信号,然后再利用 FDM 技术将该多路信号传输出去,见图 1.2。

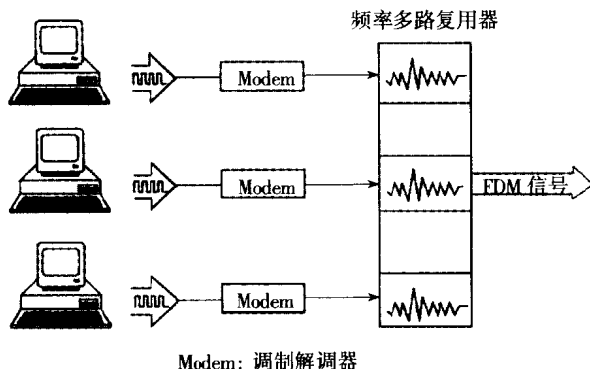


图 1.2 用于数字数据传输的 FDM